

# Dengeleme Hesabı Teori ve Uygulama

---

Mevlüt Güllü

Ömer Gökberk Narin



# Dengeleme Hesabı Teori ve Uygulama

Mevlüt Güllü, Ömer Gökberk Narin

Yayın No. : 2292  
Mühendislik No. : 184  
ISBN : 978-605-7846-01-3  
Basım Sayısı : 1. Basım, Mayıs 2019

© Copyright 2019, NOBEL AKADEMİK YAYINCILIK EĞİTİM DANIŞMANLIK TİC. LTD. ŞTİ. SERTİFİKA NO.: 40340  
*Bu baskının bütün hakları Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.ne aittir. Yayınevinin yazılı izni olmaksızın, kitabın tümünün veya bir kısmının elektronik, mekanik ya da fotokopi yoluyla basımı, yayımı, çoğaltımı ve dağıtımı yapılamaz.*

Genel Yayın Yönetmeni : Nevzat Argun -nargun@nobelyayin.com-  
Yayın Koordinatörü : Gülfem Dursun -gulfem@nobelyayin.com-

Redaksiyon : Ahsen Aktitiz -ahsen@nobelyayin.com-  
Sayfa Tasarım : Ahmet Aras Çiftçi -aras@nobelyayin.com-  
Kapak Tasarım : Mehtap Yürümez -mehtap@nobelyayin.com-  
Baskı ve Cilt : Genç Ofset Sertifika No: 32284  
Süzcün Sokak No: 18 İskitler / ANKARA

## Kütüphane Bilgi Kartı

**Güllü, Mevlüt., Narin, Ömer Gökberk.**  
**Dengeleme Hesabı Teori ve Uygulama** / Mevlüt Güllü, Ömer Gökberk Narin  
1. Basım, VIII + 212 s., 16x23,5 cm. Kaynakça var, dizin yok.  
ISBN: 978-605-7846-01-3  
1. Dengeleme hesabı 2. Harita Mühendisliği 3. Jeodezik ağ tasarımı

## Genel Dağıtım

### ATLAS AKADEMİK BASIM YAYIN DAĞITIM TİC. LTD. ŞTİ.

**Adres:** Bahçekapı mh. 2465 sk. Oto Sanayi Sitesi No:7 Bodrum Kat Şaşmaz-ANKARA - siparis@nobelyayin.com-  
**Telefon:** +90 312 278 50 77 - **Faks:** 0 312 278 21 65  
**E-Satış:** www.nobelkitap.com - www.atlaskitap.com - **Bilgi:** esatis@nobelkitap.com - info@atlaskitap.com

**Dağıtım ve Satış Noktaları:** Alf Alfa Basım Dağıtım, Ana Basım Dağıtım, Arasta, Arkadaş Kitabevi, Başarı Dağıtım, D&R mağazaları, Dost Dağıtım, Güneş Dağıtım, Kitapsan, Nezih Kitabevleri, Prefix, Remzi Kitabevleri, TveK Mağazaları

# ÖN SÖZ

Bu kitap Harita, Jeodezi ve Fotogrametri, Geomatik Mühendisliği bölümlerinin lisans programında okutulan Dengeleme Hesabı I, II, Jeodezik Ağ Tasarımı, Hatalar Bilgisi ve İstatistik, Harita ve Kadastro ön lisans programlarında okutulan Dengeleme I, Hata Bilgisi dersleri için öğrencilere ve mezunlarına kaynak kitap olarak hazırlanmıştır.

Bilinen sayısının bilinmeyen sayısından çok olduğu durumda, bilinmeyenlerin arasında gerçek değer olma ihtimali en yüksek olan değeri elde etmeye mesleğimizde “Dengeleme Hesabı” denmektedir. Dengeleme hesabını lisans eğitimi sırasında doğru ve hızlı bir şekilde yapabilmek için iyi düzeyde matris, türev ve geometri bilgisi gerekmektedir. Kitap içerisinde verilen uygulamalar, öğrencilerimizin daha iyi anlayabilmesi için ayrıntılı bir şekilde çözülmüştür.

Kitap içerisinde; Hatalar Bilgisi, Dengeleme Modeli ve Türleri (Direk Ölçüler Dengelemesi, Dolaylı Ölçüler Dengelemesi, Koşullu Ölçüler Dengelemesi, İçlerinde Koşul Bulunan Dolaylı Ölçüler Dengelemesi, İçlerinde Bilinmeyen Bulunan Koşullu Ölçüler Dengelemesi), İstasyon Dengelemesi, Kestirme Dengelemesi, Poligon Dengelemesi, Konum Ağları Dengelemesi ve Deformasyon Ölçülerinin Analizi, teorik açıklamalar ve sayısal uygulamalarla okuyuculara sunulmuştur.

Kitabın tüm okuyuculara faydalı olmasını diler, kitabın hazırlanmasında başta M. Edip Aslan’a ve basım sürecinde emeği geçen tüm Nobel Yayın Dağıtım ekibine teşekkürü borç biliriz.

Saygılarımızla...

Doç. Dr. Mevlüt Güllü  
Arş. Gör. Ömer Gökberk Narin  
**Afyonkarahisar-2019**



# İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v

## BÖLÜM 1 HATALAR BİLGİSİ

1.1 Hata Türleri .....	3
1.1.1 Kaba Hatalar.....	3
1.1.2 Sistematik (Düzenli) Hatalar .....	3
1.1.3 Tesadüfi (Düzensiz) Hatalar.....	4
1.2 Duyarlılık Ölçütleri .....	4
1.3 Hata Yayılma Kuralları.....	6
1.4 Uygulama .....	6

## BÖLÜM 2 DENGELEME MODELİ VE TÜRLERİ

2.1 Direkt Ölçüler Dengelemesi.....	13
2.1.1 Uyuşumsuz Ölçüler Testi .....	14
2.1.2 Uygulama .....	16
2.2 Dolaylı Ölçüler Dengelemesi.....	21
2.2.1 Klasik Çözüm .....	24
2.2.1.1 Modernleşmiş Gauss Yöntemi.....	26
2.2.2 Matrislerle Çözüm .....	27
2.2.3 Uyuşumsuz Ölçüler Testi .....	29
2.2.4 Dengelenmiş Fonksiyonun Ortalama Hatası.....	30
2.2.5 Uygulama .....	31
2.3 Koşullu Ölçüler Dengelemesi .....	57
2.3.1 Klasik Çözüm .....	59
2.3.1.1 Ağırlıkları Aynı Olan Koşullu Ölçüler Dengelemesi .....	59
2.3.1.2 Ağırlıkları Farklı Olan Koşullu Ölçüler Dengelemesi.....	69
2.3.2 Koşullu Ölçüler Dengelemesinde Matrislerle Çözüm.....	77
2.3.2.1 Hata Koşul Denklemleri .....	78
2.3.2.2 Normal Denklemler .....	79

2.3.2.3	Korelat Denklemleri.....	79
2.3.2.4	Düzeltilme Denklemleri.....	79
2.3.2.5	Hata Hesabı.....	79
2.3.2.6	Ölçülerin Ortalama Hatası.....	80
2.3.2.7	Dengelenmiş Bir F Fonksiyonunun Ortalama Hatası.....	80
2.3.2.8	Ansermet Kontrolü.....	81
2.3.2.9	Uygulama.....	82
2.4	İçlerinde Koşul Bulunan Dolaylı Ölçüler Dengelemesi.....	87
2.4.1.	Uygulama.....	90
2.5	İçlerinde Bilinmeyen Bulunan Koşullu Ölçüler Dengelemesi.....	94
2.5.1	Matrislerle Çözüm.....	96
2.5.2.	Uygulama.....	98

### BÖLÜM 3

#### İSTASYON DENGELEMESİ

3.1.	Tam Silsile ile Açık Ölçme Yöntemi.....	103
3.1.1.	Yöneltme Bilinmeyenlerinin Toplam Kuralına Göre Elimine Edilmesi.....	106
3.1.2	Yöneltme Bilinmeyenlerinin Schreiber Kuralına Göre Elimine Edilmesi.....	107
3.1.3.	Uygulama.....	107
3.2	Eksik Silsile ile Açık Ölçme Yöntemi.....	116
3.2.1.	Uygulama.....	117

### BÖLÜM 4

#### NOKTA DENGELEMESİ

4.1	Schreiber Kuralları.....	127
4.2	Doğrultularla Önden Kestirme Dengelemesi.....	127
4.2.1.	Uygulama.....	130
4.3	Doğrultularla Geriden Kestirme Dengelemesi.....	141
4.3.1.	Uygulama.....	143
4.4	Doğrultularla Karışık Kestirme Dengelemesi.....	145
4.4.1.	Uygulama.....	146
4.5	Kenarlarla Geriden Kestirme Dengelemesi.....	153
4.5.1.	Uygulama.....	154

### BÖLÜM 5

#### POLİGON AĞLARININ DENGELENMESİ

5.1	Uygulama.....	162
-----	---------------	-----

## BÖLÜM 6

### NİRENGİ AĞLARININ DOLAYLI ÖLÇÜLERE GÖRE DENGELENMESİ

6.1 Doğrultu Ağlarının Dengelenmesi .....	166
6.2 Kenar Ağlarının Dengelenmesi.....	168
6.2 Doğrultu-Kenar Ağlarının Dengelenmesi.....	169
6.3 Uygulama .....	171

## BÖLÜM 7

### DEFORMASYON ÖLÇÜLERİNİN ANALİZİ

7.1 Direkt Ölçüler Dengelemesi ile Deformasyon Analizi .....	181
7.1.1 Uygulama .....	183
7.2 Dolaylı Ölçüler Dengelemesi ile Deformasyon Analizi .....	186
7.2.1 Uygulama .....	188

## BÖLÜM 8

### EKLER

Ek-1: Student Dağılım Tablosu .....	205
Ek-2: Normal Dağılım Tablosu .....	206
Ek-3a: Fisher Dağılım Tablosu (0.90).....	207
Ek-3b: Fisher Dağılım Tablosu (0.95).....	208
Ek-3c: Fisher Dağılım Tablosu (0.99).....	209
Ek-3d: Fisher Dağılım Tablosu (0.975).....	210
Ek-3e: Fisher Dağılım Tablosu (0.995).....	211
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>212</b>